



SKRIPSI –TK141581

**SINTESIS SUPERABSORBEN AEROGEL SELULOSA
BERBASIS SABUT KELAPA**

Oleh :

Beta Yogaswara Gustinenda

2312100139

Kautsar Cakrawala Margo

2312100140

Dosen Pembimbing :

Prof. Dr. Ir. Heru Setyawan, M.Eng

NIP. 1967 02 03 1991 02 1001

Ni Made Intan Putri Suari, S.T., M.T

NIP. 1989 01 06 2015 04 2002

**DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017**



SKRIPSI –TK141581

**SYNTHESIS OF SUPERABSORBENT CELLULOSE
AEROGEL FROM COCONUT HUSK**

Author :

Beta Yogaswara Gustinenda

2312100139

Kautsar Cakrawala Margo

2312100140

Advisor :

Prof. Dr. Ir. Heru Setyawan, M.Eng

NIP. 1967 02 03 1991 02 1001

Ni Made Intan Putri Suari, S.T., M.T

NIP. 1989 01 06 2015 04 2002

**DEPARTMENT OF CHEMICAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2017**

LEMBAR PENGESAHAN

SINTESIS SUPERABSORBEN AEROGEL SELULOSA BERBASIS SABUT KELAPA

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Pada Program Studi S-1 Departemen Teknik
Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

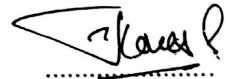
Oleh:

Beta Yogaswara Gustinenda
Kautsar Cakrawala Margo

NRP. 2312 100 139
NRP. 2312 100 140

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Prof. Dr. Ir. Heru Setyawan, M.Eng
(Pembimbing)
2. Ni Made Intan Putri Suari, S.T., M.T
(Pembimbing)
3. Prof. Dr. Ir. Sugeng Winardi, M.Eng
(Penguji I)
4. Dr. Tantular Nurtomo, S.T., M.Eng
(Penguji II)



Surabaya, Januari 2017

SINTESIS SUPERABSORBEN AEROGEL SELULOSA BERBASIS SABUT KELAPA

Nama : Beta Yogaswara Gustinenda (2312100139)
Kautsar Cakrawala Margo (2312100140)
Departemen : Teknik Kimia FTI-ITS
Pembimbing : Prof.Dr.Ir.Heru Setyawan, M.Eng
Ni Made Intan Putri Suari, S.T., M.T

ABSTRAK

Superabsorben merupakan suatu material yang memiliki kemampuan untuk menyerap *liquid* dalam kapasitas yang besar dengan aplikasi di berbagai macam bidang industri. Superabsorben polimer memiliki kemampuan untuk menyerap air dalam jumlah yang sangat besar hingga mencapai kandungan 99% berat total dari komponennya, namun air yang terserap susah untuk dikeluarkan dan satu-satunya cara untuk mengeluarkannya adalah dengan proses *drying*. Salah satu cara untuk mengatasi keterbatasan tersebut adalah dengan sintesis senyawa superabsorben aerogel berbahan organik seperti selulosa. Selulosa banyak ditemukan di alam dan salah satunya adalah sabut kelapa. Sabut kelapa memiliki kandungan selulosa yang tinggi (54,3%).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bahwa sabut kelapa dapat menjadi bahan baku superabsorben aerogel selulosa yang bersifat *reusable* sekaligus mempelajari pengaruh konsentrasi urea pada aerogel selulosa. Penelitian ini dimulai dengan tahap delignifikasi secara mekanis dan kimiawi. Ukuran selulosa yang dihasilkan adalah ± 100 mesh. Selulosa yang dihasilkan kemudian dicampur dengan larutan NaOH-Urea. Campuran lalu didinginkan pada suhu -5°C untuk mengalami gelasi. Gel kemudian dikeringkan dengan metode *freeze drying* pada suhu -20°C . Berdasarkan penelitian yang dilakukan, sabut

kelapa dapat didelignifikasi secara mekanis dan kimiawi untuk mendapatkan selulosa yang terbebas dari lignin dan pengotor lain. Aerogel selulosa yang berhasil disintesis berwarna kecoklatan dengan rentang densitas dari 0,108 g/cm³ sampai 0,197 g/cm³ dan rentang porositas dari 0,871 sampai 0,929. Aerogel selulosa yang dihasilkan mampu menyerap air hingga 15,391 kali massa keringnya (sampel 5:1).

Kata kunci : superabsorben, sabut kelapa, delignifikasi.

SYNTHESIS OF SUPERABSORBENT CELLULOSE AEROGEL FROM COCONUT HUSK

Name : Beta Yogaswara Gustinenda (2312100139)
Kautsar Cakrawala Margo (2312100140)
Department : Chemical Engineering - Faculty of Industrial
Technology - Sepuluh Nopember Institute of
Technology
Advisor : Prof.Dr.Ir.Heru Setyawan, M.Eng
Ni Made Intan Putri Suari, S.T., M.T

ABSTRACT

Superabsorbent is a material that can absorb relatively large amounts of a liquid relative to its own and has many applications in the industry. Superabsorbent polymers have the ability to absorb large amount of water up to 99% of their own mass, but the removal process of water from the superabsorbent is difficult and the only way to remove the water content is through drying process. The solution to polymer superabsorbent is to synthesize aerogel from organic material such as cellulose. There are so many sources of cellulose in the world, one of which derived from coconut husk. Coconut husk has a large content of cellulose (54,3%).

The purpose of this experiment was to study the effect of urea concentration on superabsorbent aerogel. The delignification process was carried out by mechanical and chemical process. The size of cellulose was approximately ± 100 mesh. The cellulose produced was mixed with NaOH and Urea solution. The mixture was frozen at -5°C to make gel. The gel was dried by using freeze dryer at -20°C to remove the water content inside the gel. The result was brown colored aerogel with density ranged between $0,108 \text{ g/cm}^3$ - $0,197 \text{ g/cm}^3$ with the porosity ranged from 0,871 to

0,929. The synthesized aerogel has the capacity to absorb water up to 15,391 of its weight (sample 5:1).

Keywords :superabsorbent, coconut husk, delignification.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan kekuatan sehingga kami dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul ***Sintesis Superabsorben Aerogel Selulosa Berbasis Selulosa Sabut Kelapa***.

Selama penyusunan laporan ini, kami banyak sekali mendapat bimbingan, dorongan, serta bantuan dari banyak pihak. Untuk itu, kami ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Orang tua dan saudara-saudara kami atas doa, bimbingan, perhatian, dan kasih sayang yang selalu tercurah selama ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Heru Setyawan, M.Eng dan Ibu Ni Made Intan Putri Suari, S.T, M.T, selaku Dosen Pembimbing atas semua bimbingan dan saran yang telah diberikan.
3. Ibu Dr. Widiyastuti, S.T., M.T, selaku Kepala Laboratorium Elektrokimia dan Korosi atas banyak bimbingan dan saran yang telah diberikan.
4. Bapak Juwari, S.T, M.Eng, Ph.D, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
5. Bapak Setiyo Gunawan, ST., Ph.D, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia.
6. Bapak dan Ibu Dosen pengajar serta seluruh karyawan Jurusan Teknik Kimia.
7. Rekan-rekan Laboratorium Elektrokimia dan Korosi, yang senantiasa memberikan semangat dan saran-saran dalam mengerjakan tugas ini.
8. Teman-teman K52 Teknik Kimia FTI-ITS yang selalu memberi semangat dan dukungan.
9. Pihak-pihak lain yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu atas bantuan dan dukungannya kepada kami.

Kami menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan ini, sehingga dibutuhkan saran yang konstruktif demi penyempurnaannya. Semoga ini menjadi awal yang baik bagi kami untuk membangun Indonesia yang baik serta bermartabat ke depannya.

Surabaya, Desember 2016

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar belakang	1
I.2 Rumusan masalah	3
I.3 Tujuan penelitian	4
I.4 Manfaat penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
II.1 Selulosa	5
II.2 Sabut Kelapa	7
II.3 Delignifikasi	9
II.4 Aerogel Selulosa	10
II.5 Penelitian Terdahulu	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
III.1 Lingkup penelitian	15
III.2 Bahan penelitian	15
III.3 Eksperimen	16

III.4 Karakterisasi produk	19
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
IV.1 Kenampakan Fisik	21
IV.2 Densitas dan Porositas	22
IV.3 Kemampuan Penyerapan Air dengan Metode <i>Water Absorption Test</i>	24
IV.4 <i>Kappa Number</i> Selulosa Sabut Kelapa	26
BAB V KESIMPULAN	
V.1 Kesimpulan	29
V.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	
APPENDIKS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Rumus Bangun Selulosa	6
Gambar II.2 Struktur Bangun Lignin	7
Gambar II.3 Bentuk Fisik Sabut Kelapa	8
Gambar III.1 Reaktor Delignifikasi	17
Gambar III.2 <i>Flow Diagram</i> Sintesis Aerogel Selulosa	18
Gambar III.3 Skema Alat <i>Freeze Dryer</i>	19
Gambar IV.1 Kenampakan Fisik Superabsorben Aerogel Selulosa	22
Gambar IV.2 Grafik Antara Rasio Urea/NaOH dengan Densitas dan Porositas	23
Gambar IV.3 Grafik Antara Rasio Urea/NaOH dengan Kapasitas Penyerapan Air	25

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang Penelitian

Superabsorben merupakan suatu material yang memiliki kemampuan untuk menyerap *liquid* dalam kapasitas cukup besar dengan aplikasi di berbagai bidang industri, misalnya sebagai absorben pada *diapers* dan sebagai absorben untuk membersihkan tumpahan minyak. Pada umumnya superabsorben disintesis dengan menggunakan bahan dasar polimer seperti *polyvinyl alcohol* (PVA), *polyethylene oxide* (PEO), dan berbagai jenis polimer lain yang bersifat hidrofilik dan memiliki afinitas yang tinggi terhadap air (Elliot, 2013).

Superabsorben polimer memiliki kemampuan untuk menyerap air dalam jumlah yang sangat besar hingga mencapai kandungan 99% berat total dari komponen materialnya sendiri, namun komponen tersebut memiliki kelemahan dimana air yang telah terserap di dalam gel akan susah untuk dikeluarkan dan satu-satunya cara untuk mengeluarkan air tersebut adalah dengan proses *drying* (Zhang dkk, 2012). Dengan adanya keterbatasan tersebut, penggunaan superabsorben dari bahan dasar polimer kurang efisien jika digunakan lebih dari sekali. Oleh sebab itu, dibutuhkan sebuah solusi untuk menciptakan suatu superabsorben dengan material baru yang memiliki daya serap tinggi serta mudah dalam proses penghilangan kandungan air di dalamnya, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dari penggunaan superabsorben tersebut.

Salah satu cara dalam mengatasi keterbatasan di atas adalah dengan mensintesis senyawa baru yang dapat mengeliminasi kelemahan material tersebut, yaitu sintesis superabsorben aerogel yang berbahan dasar selulosa (Nguyen dkk, 2014). Aerogel merupakan gel yang berbentuk padatan kering dengan porositas yang sangat besar ($800 - 1000 \text{ m}^3/\text{g}$)

dan memiliki berat yang sangat ringan (*bulk density* 0.003 – 0.2 g/cm³). Pengembangan terbaru terkait aerogel sekarang ini telah banyak memanfaatkan biomassa yang disebut juga sebagai bio-aerogel (Lin dkk, 2014). Sementara itu, selulosa adalah bahan yang umum digunakan dalam beberapa aplikasi yang berbasis biologis seperti kosmetik dan obat-obatan, karena sifatnya yang ramah lingkungan, mudah didaur ulang, serta merupakan salah satu material yang dapat diperbaharui (Sescousse dkk, 2011).

Banyak bahan alam yang mengandung selulosa antara lain kayu, sabut kelapa, rami padi, serbuk gergaji, dan sebagainya. Sabut kelapa merupakan limbah padat dari industri minyak kelapa, serta limbah dari makanan yang bersumber dari kelapa yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat di Indonesia. Hampir di seluruh negara penghasil kelapa terbesar telah lama memanfaatkan kulit buah kelapa ini menjadi salah satu andalan komoditas ekspor dengan memproses sabut kelapa (*coconut fiber*) dan memasok kebutuhan dunia berkisar 75,7 ribu ton (Suhardiyono, 1998). Sabut kelapa memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi yakni 54,3% dengan 26,6% berupa α -selulosa dan 27,7% hemiselulosa. Di samping itu, juga terdapat kandungan lignin sebesar 29,4% yang dapat dihidrolisis menjadi selulosa guna meningkatkan kadar selulosa dalam sabut kelapa (Wardhani, 2004).

Kadar selulosa yang tinggi dalam sabut kelapa ini menjadikannya sebagai salah satu material yang memiliki manfaat besar. Namun sayangnya sejauh ini sabut kelapa masih dimanfaatkan secara sederhana, seperti sebagai bahan bakar tungku untuk proses memasak di pedesaan, bahan keset, biogas, bio-briket, papan partikel, dan sebagainya. Selain itu, sabut kelapa seringkali menjadi bahan komoditi ekspor Indonesia yang dijual dengan harga rendah. Pada tahun 2000, Indonesia memiliki lahan perkebunan kelapa seluas 3,76 juta hektar, dengan estimasi produksi sebesar 14

milyar kelapa. Dan hampir 95% dari sabut kelapa tersebut diekspor dengan harga rendah (Kelapa Indonesia, 2010).

Berdasarkan permasalahan tersebut, sabut kelapa yang memiliki kadar selulosa tinggi dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk membentuk suatu material baru yang disebut aerogel selulosa. Namun sayangnya, bahan yang digunakan untuk membuat aerogel ini harus berupa selulosa dengan kemurnian tinggi, sehingga perlu dilakukan tahap delignifikasi baik secara mekanis maupun kimiawi untuk mendapatkan selulosa dengan kemurnian tinggi.

Aerogel selulosa ini memiliki porositas yang besar. Oleh karena itu, daya serap yang dimilikinya tinggi. Selain itu, dengan *thermal* konduktivitas yang rendah serta fleksibilitas yang tinggi menyebabkan aerogel berbahan dasar selulosa ini memiliki potensi aplikasi yang sangat besar sebagai agen pengabsorpsi air, pembersihan tumpahan minyak, hingga aplikasi pada benda-benda yang membutuhkan isolasi *thermal*.

I.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini antara lain :

- a. Sabut kelapa memiliki berbagai macam kandungan senyawa dan kandungan senyawa yang tidak diperlukan harus dihilangkan seperti lignin dan pengotor lain. Sehingga, untuk mendapatkan kemurnian selulosa yang tinggi perlu dilakukan tahap delignifikasi secara mekanis dan kimiawi.
- b. Selulosa yang diekstrak dari sabut kelapa belum banyak dimanfaatkan dan dikembangkan. Sehingga perlu dipelajari tahapan sintesis superabsorben aerogel selulosa berbasis sabut kelapa.

I.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

- a. Mempelajari pengaruh konsentrasi urea pada superabsorben aerogel selulosa dari sabut kelapa.

I.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

- a. Memberikan solusi terhadap permasalahan limbah sabut kelapa yang menjadi komoditi ekspor dengan harga rendah sehingga dapat menjadi bahan yang bermanfaat dan bernilai tinggi.
- b. Memberikan inovasi material superabsorben aerogel selulosa yang *reusable* dan ramah lingkungan sebagai solusi permasalahan superabsorben polimer yang toksik dan tidak *reusable*.

BAB II

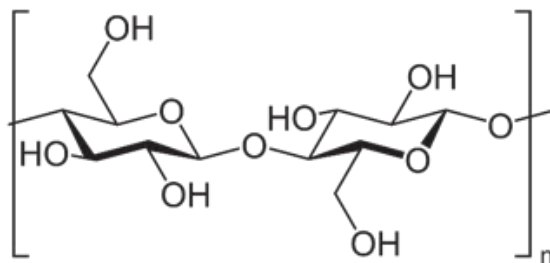
TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Selulosa

Selulosa adalah salah satu biopolimer alam yang paling penting. Selulosa memiliki sifat hidrofilik, tidak larut dalam air, dan sebagai pelarut organik. Selulosa juga memiliki bentuk morfologi kristal dan amorf yang kompleks. Di samping itu selulosa memiliki sifat yang menarik, seperti biokompatibel, terbaharukan dan dapat terdegradasi, serta memiliki banyak gugus hidroksil yang memungkinkan pembentukan jaringan dengan ikatan hidrogen yang sangat baik sebagai reaksi kimia. Selulosa merupakan polisakarida dengan rumus $(C_6H_{10}O_5)_n$ dan cenderung membentuk mikrofibril melalui ikatan inter dan intra molekuler.

Selulosa merupakan bagian penyusun utama jaringan tanaman berkayu. Bahan tersebut utamanya terdapat pada tanaman keras, namun demikian pada dasarnya selulosa terdapat pada setiap jenis tanaman, termasuk tanaman semusim, tanaman perdu dan tanaman rambat bahkan tumbuhan paling sederhana sekalipun seperti: jamur, ganggang dan lumut.

Berdasarkan derajat polimerisasi (DP) dan kelarutan dalam senyawa natrium hidroksida (NaOH) 17,5%, selulosa dapat dibedakan atas tiga jenis yakni α -selulosa adalah selulosa berantai panjang, tidak larut dalam larutan NaOH 17,5% atau larutan basa kuat dengan DP 600-1500 (Tarmansyah, 2015). α -Selulosa dipakai sebagai penduga atau penentu tingkat kemurnian selulosa. Sementara itu, β -selulosa adalah selulosa berantai pendek, larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat dengan DP 15-90, dapat mengendap bila dinetralkan. Sedangkan γ -Selulosa adalah sama dengan selulosa β , tetapi DP nya kurang dari 15.

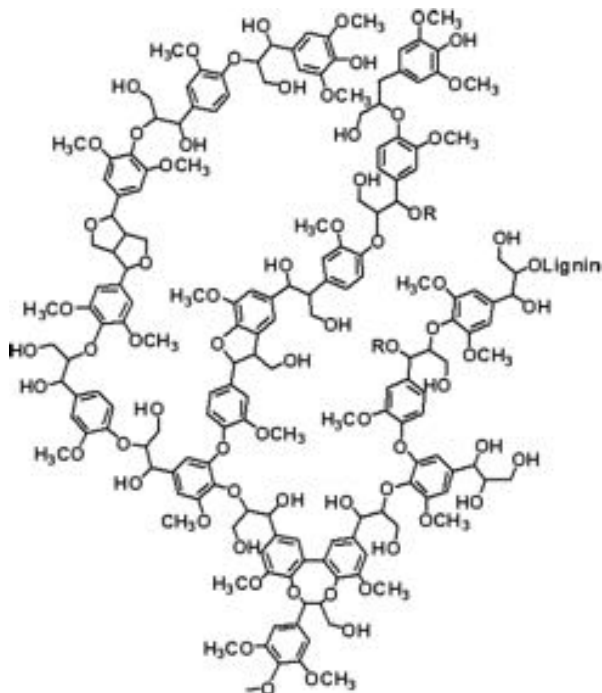


Gambar II.1 Rumus Bangun Selulosa

α -Selulosa merupakan kualitas selulosa yang paling tinggi (murni). Selulosa $\alpha > 92\%$ memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan baku utama pembuatan propelan dan atau bahan peledak. Selulosa kualitas di bawahnya digunakan sebagai bahan baku pada industri kertas dan industri sandang/kain (serat rayon). Selulosa dapat disenyawakan (esterifikasi) dengan asam anorganik seperti asam nitrat, asam sulfat dan asam fosfat. Ketiga unsur tersebut, asam nitrat memiliki nilai ekonomis yang strategis daripada asam sulfat dan asam fosfat karena dapat digunakan sebagai sumber bahan baku propelan/bahan peledak pada industri pembuatan amunisi/mesin dan atau bahan peledak (Tarmansyah, 2015).

Hemiselulosa merupakan senyawa sejenis polisakarida yang terdapat pada semua jenis serat, mudah larut dalam alkali dan mudah terhidrolisis oleh asam mineral menjadi gula dan senyawa lain. Hemiselulosa lebih mudah larut daripada selulosa dan dapat diisolasi dari kayu dengan cara ekstraksi.

Lignin adalah bagian terbesar dari selulosa. Peran utama lignin adalah membentuk lapisan di antara serat yang berfungsi sebagai pengikat antar serat selulosa dalam kayu maupun non kayu. Polimer lignin dalam tumbuhan sukar ditentukan karena strukturnya yang acak, sehingga setiap tumbuhan memiliki struktur lignin yang berbeda-beda (Paskawati dkk, 2011). Berikut ini merupakan salah satu contoh struktur lignin:



Gambar II.2 Struktur Bangun Lignin

II.2 Sabut Kelapa

Kelapa (*Cocos nucifera*) merupakan salah satu anggota tanaman palma yang paling dikenal dan banyak tersebar di daerah tropis. Pohon kelapa merupakan jenis tanaman berumah satu dengan batang tanaman tumbuh lurus ke atas dan tidak bercabang. Tinggi pohon kelapa dapat mencapai 10-14 meter lebih, daunnya berpelepah dengan panjang dapat mencapai 3-4 meter lebih dengan sirip-sirip lidi yang menopang tiap helaian (Wardhani, 2004).



Gambar II.3 Sabut Kelapa

Sebagai negara kepulauan dan berada di daerah tropis dengan kondisi agroklimat yang mendukung, Indonesia merupakan negara penghasil kelapa yang utama di dunia. Pada tahun 2000, luas areal tanaman kelapa di Indonesia mencapai 3,76 juta Ha, dengan total produksi diperkirakan sebanyak 14 milyar butir kelapa, yang sebagian besar (95%) merupakan perkebunan rakyat. Sabut kelapa merupakan hasil samping dan merupakan bagian yang terbesar dari buah kelapa, yaitu sekitar 35% dari bobot buah kelapa. Dengan demikian, apabila secara rata-rata produksi buah kelapa per tahun adalah sebesar 5,6 juta ton, maka berarti terdapat sekitar 1,7 juta ton sabut kelapa yang dihasilkan. Potensi produksi sabut kelapa yang sedemikian besar belum dimanfaatkan sepenuhnya untuk kegiatan produktif yang dapat meningkatkan nilai tambahnya (Kelapa Indonesia, 2010).

Dalam taksonomi tumbuh-tumbuhan, tanaman kelapa dimasukkan ke dalam klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Plantae</i> (tumbuh-tumbuhan)
Divisio	: <i>Spermatophyta</i> (tumbuhan berbiji)
Sub-divisio	: <i>Angiospermae</i> (berbiji tertutup)
Ordo	: <i>Palmales</i>

Familia : *Palmae*

Genus : *Cocos*

Spesies : *Cocos nucifera L.*

Sabut kelapa memiliki sifat absorbansi yang cukup baik dan juga memiliki kadar selulosa yang tinggi (Wardhani, 2004). Adapun komposisi sabut kelapa disajikan dalam tabel berikut:

Tabel II.1 Komposisi Sabut Kelapa

Parameter	Kadar (%)
α Selulosa	26,6
Hemiselulosa	27,7
Lignin	29,4
Air	8
Komponen Ekstraktif	4,2
Uronat Anhidrat	3,5
Nitrogen	0,1
Abu	0,5

II.3 Delignifikasi

Delignifikasi merupakan salah satu tahapan untuk menghilangkan kandungan lignin dalam berbagai bahan organik. Terdapat banyak metode yang dapat dipilih untuk melakukan delignifikasi. Tanahashi dkk. (1982) melakukan delignifikasi kayu pinus putih dengan metode *steam explosion*. Metode ini dilakukan dengan mengalirkan *steam* bertekanan tinggi ($12\text{-}28 \text{ kg/cm}^2$) selama 1-16 menit pada kayu, kemudian melepaskan *steam* secara langsung untuk menimbulkan ledakan kayu. Proses *steam explosion* ini terdiri atas pemecahan struktur kayu secara fisis oleh ekspansi adiabatik yang diikuti dengan autohidrolisis komponen sel. Hasil dari metode ini menunjukkan bahwa lignin dan hemiselulosa telah terhidrolisis menjadi senyawa dengan berat molekul yang lebih ringan, dan memiliki struktur kristal amorf selulosa.

Kumar dkk. (2013) melakukan penelitian mengenai perbandingan dua macam metode delignifikasi. Metode yang pertama adalah delignifikasi dengan menggunakan *sodium*

chlorite-acetic acid (SC/AA) dan metode yang kedua adalah dengan menggunakan *peracetic acid (PAA)*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kedua metode dapat menghilangkan lignin hingga 99%. Metode PAA lebih selektif daripada SC/AA dan memberikan dampak yang sedikit terhadap rusaknya struktur selulosa.

Hamzah & Ehsan (1989) melakukan delignifikasi serat *palm* dengan menggunakan 1,5% NaOH, Ca(OH)_2 , KOH, Na_2CO_3 , 5% $\text{CO(NH}_2)_2$ dan larutan amonia. Di antara bahan-bahan di atas, NaOH memberikan hasil terbaik dalam memisahkan lignin, yakni sebesar 60% setelah pengolahan selama 24 jam. Kandungan selulosa dan hemiselulosa hampir tidak berubah meskipun waktu pengolahan diperpanjang.

Paskawati dkk (2010) melakukan penelitian mengenai delignifikasi sabut kelapa dengan variasi waktu hidrolisis dan konsentrasi NaOH. Dari hasil ini penelitian ini ditemukan bahwa delignifikasi yang paling baik diperoleh pada variabel waktu hidrolisis 4 jam dengan konsentrasi NaOH sebesar 6%. Berdasarkan analisa *Kappa Number* diperoleh nilai sebesar 15 dengan kadar selulosa sebesar 94,24%.

II.4 Aerogel Selulosa

Aerogel selulosa didefinisikan sebagai padatan nanopori yang dibentuk oleh penggantian cairan dengan gas dalam gel. Selain itu tidak boleh ada waktu penyusutan atau batas penyusutan selama proses pergantian. Aerogel merupakan bahan ringan yang memiliki densitas hingga $0,004 \text{ g/cm}^3$ dan volume fasa padatnya harus hanya beberapa persen dari total volume (0,2-20%). Selain ringan, aerogel juga memiliki karakteristik yaitu porositas yang besar dan elastisitas yang tinggi. Karena memiliki porositas yang besar, konduktivitas panas yang dimiliki aerogel sangat rendah, hal tersebut dikarenakan sebagian besar volume aerogel berisi udara. Karakteristik aerogel ini membuatnya menarik untuk diaplikasikan dalam beberapa aspek seperti sebagai superabsorben cairan, isolasi panas, dan isolasi akustik.

Aerogel juga dapat berfungsi sebagai inti densitas rendah pada struktur atau sebagai tempat untuk pengendapan nano partikel anorganik.

Aerogel selulosa memiliki volume pori sangat besar dan berat yang ringan. Kondisi tersebut memberikan keuntungan untuk mengaplikasikan aerogel selulosa pada proses pengemasan, isolasi panas, dan sebagai superabsorben (Nguyen, 2014).

Berdasarkan ukuran pori-pori yang utama, IUPAC mengklasifikasikan material berpori menjadi 3 kelas:

- a. (1) mikropori, dengan ukuran pori < 2.0 nm.
- b. (2) mesopori, dengan ukuran pori 2 - 50 nm.
- c. (3) makropori, dengan ukuran pori > 50 nm.

Kemampuan absorpsi suatu zat dipengaruhi oleh luas permukaan, baik itu permukaan luar ataupun permukaan dalam pada pori-pori suatu padatan, semakin besar luas permukaan suatu padatan maka semakin besar kemampuan absorpsinya. Semakin kecil ukuran suatu padatan, dengan jumlah berat yang sama dibandingkan dengan padatan yang sama yang memiliki ukuran yang lebih besar, lebih luas permukaan padatan yang memiliki ukuran yang lebih kecil. Semakin banyak jumlah pori-pori suatu padatan semakin luas permukaannya. Zat absorpsi yang baik adalah zat yang memiliki luas permukaan yang besar, yaitu yang memiliki banyak pori-pori dan ukurannya kecil.

II.5 Penelitian Terdahulu

Wang dkk. (2016) melakukan penelitian mengenai pengaruh delignifikasi dengan menggunakan NaOH, H₂O₂ dan NaOH/H₂O₂ untuk mengeliminasi kandungan lignin dan hemiselulosa yang terdapat pada sekam padi. NaOH dan H₂O₂ sebanyak 2, 4, 6, dan 8% (w/v) digunakan untuk 1 g sampel sekam padi. Suhu yang digunakan pada penelitian ini divariasikan yaitu 40°C, 60°C pada, dan 80°C. Waktu untuk reaksinya divariasikan juga antara 4, 6, dan 8 jam, reaksi juga dibantu dengan alat pengaduk. Analisa komposisi setelah melalui proses delignifikasi memperlihatkan konsentrasi α -selulosa yang tinggi.

Sementara analisa FTIR dan TGA memperlihatkan bahwa hanya sekam padi yang direaksikan dengan H_2O_2 yang memiliki residu hemiselulosa. Hasil analisa SEM juga memperlihatkan dengan jelas perbedaan antara sekam padi yang tidak melalui proses delignifikasi dengan sekam padi yang telah didelignifikasi

Nguyen dkk. (2014) mempelajari pembuatan aerogel selulosa dari kertas bekas. Aerogel merupakan partikel makropori yang memiliki densitas dan konduktivitas termal yang sangat rendah, yakni $0,04 \text{ g/cm}^3$ dan $0,029 - 0,032 \text{ W/m.K}$. Aerogel merupakan superabsorben yang baik karena dapat menyerap air hingga 18 – 20 kali massanya. Aerogel ini juga dapat digunakan kembali dengan cara memeras cairannya hingga 99,8%. Sintesis aerogel ini juga dapat dioptimasi untuk penyerapan larutan polar (air) dan non polar (minyak). Pelapisan aerogel dengan *methyltrimethoxysilane* dapat meningkatkan hidrofobisitas aerogel tanpa mengurangi daya absorpsinya. Secara mekanis, aerogel ini bersifat sangat fleksibel dan memiliki area kemungkinan aplikasi yang sangat luas. Metode yang cocok untuk tujuan ini adalah hibridisasi dengan polimer organik seperti *polyuria*, *polyurethane*, *polymethylmethacrylate*, *polyacrylonitrile*, dan *polystyrene*. Hasil aerogel yang dihasilkan memiliki sifat mekanis yang kuat, fleksibilitas yang tinggi, luas permukaan yang besar, semi-transparan, dan konduktivitas termal yang rendah.

Demilecamps dkk. (2015) melakukan penelitian mengenai struktur jaringan aerogel selulosa-silika dan karakterisasinya. Selulosa basah yang terkoagulasi diimpregnasi dengan silika, menggunakan dua metode, yakni difusi molekular dan aliran paksa oleh perbedaan tekanan. Dalam kedua metode ini, struktur nano dari silika gel terbentuk secara *in situ* di dalam matriks selulosa. Analisa adsorpsi nitrogen menunjukkan adanya peningkatan luas permukaan pori pada komposit organik-inorganik ini dibandingkan aerogel selulosa biasa. Konduktivitas termal dari komposit aerogel lebih rendah daripada aerogel selulosa karena pembentukan silika mesopori yang bersifat

superinsulasi di dalam pori selulosa. Selain itu, komposit aerogel ini juga lebih kaku dibandingkan aerogel biasa.

Anugerah dkk. (2015) melakukan penelitian mengenai sintesis dan karakterisasi superabsorben aerogel selulosa dari kertas bekas. Proses sintesa diawali dengan tahap pembuatan *pulp* dari kertas bekas untuk memperoleh selulosa. Selanjutnya *pulp* dicampur dengan larutan NaOH 2% berat dengan variasi penambahan larutan urea 0% - 10% berat sehingga terbentuk gel. Gel yang terbentuk dikoagulasikan menggunakan etanol 99% dan kemudian direndam dalam *demineralized water* sebagai *solvent exchanger*. Gel kemudian dibekukan pada temperatur -18°C dan selanjutnya dikeringkan dengan *freeze dryer* sehingga air yang terkandung di dalamnya mengalami sublimasi. Dalam penelitian ini diperoleh hasil berupa aerogel berwarna putih dengan densitas $0,043 \text{ g/cm}^3$ dan diameter serat sebesar $7,5 - 10 \text{ }\mu\text{m}$ serta porositas sebesar 0,971. Aerogel yang dihasilkan mampu menyerap air hingga 24,015 kali berat keringnya. Kemampuan menyerap air dan porositas pada aerogel berbanding terbalik dengan konsentrasi urea yang ditambahkan. Aerogel dapat digunakan kembali dengan cara diperas hingga 89,9% air yang terkandung mampu terpisah. Aerogel juga dapat digunakan untuk menyerap minyak hingga 19,071 kali massa keringnya. Secara mekanis, melalui uji TGA aerogel selulosa yang dihasilkan dapat bertahan hingga temperatur 230°C dan dari uji tekan aerogel yang dihasilkan memiliki *modulus young* maksimal sebesar 10.200 N/m^2 dan menunjukkan fleksibilitas yang baik.

Taufik dkk. (2015) melakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan silika terhadap sifat mekanis aerogel selulosa dari kertas bekas. Selulosa diperoleh dari proses *re-pulping* kertas bekas sehingga menjadi bubur kertas untuk kemudian dicampur dengan larutan NaOH 2% berat larutan urea 10% berat sehingga terbentuk gel. Gel yang terbentuk kemudian ditambahkan dengan *water glass* dengan variasi berat 3%, 4%, dan 5%. Selanjutnya, larutan dikoagulasikan menggunakan etanol 99% dan kemudian ditambahkan asam untuk membentuk silika.

Setelah itu, direndam dalam *demineralized water* sebagai *solvent exchanger*. Gel kemudian dibekukan pada suhu -20°C . Gel yang telah membeku selanjutnya di keringkan menggunakan *freeze dryer* sehingga air yang terkandung di dalamnya mengalami sublimasi. Hasil dari penelitian ini berupa aerogel berwarna putih dengan densitas yang sangat ringan yaitu sebesar $0,062\text{ g/cm}^3$ dengan diameter serat sebesar $6\text{--}8\text{ }\mu\text{m}$ dan porositas sebesar 0,958. Aerogel yang dihasilkan mampu menyerap air hingga 23,121 kali massa keringnya. Aerogel juga dapat digunakan untuk menyerap minyak hingga 14,941 kali massa keringnya. Melalui uji TGA aerogel selulosa yang dihasilkan dapat bertahan hingga suhu 250°C . Secara mekanis, *modulus young* aerogel selulosa meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi silika, dimana *modulus young* terbesar adalah 61.303 N/m^2 .

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Lingkup Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh delignifikasi secara mekanis terhadap kemurnian sabut kelapa dan pengaruh penambahan konsentrasi urea pada sintesis superabsorben aerogel selulosa berbasis sabut kelapa. Hal ini dilakukan dengan penggilingan sabut kelapa dilanjutkan dengan pengayakan. Setelah diayak, sabut kelapa memasuki proses delignifikasi dan dilanjutkan dengan mencuci *pulp* serta mengeringkannya. Setelah melalui proses pengeringan, *pulp* ditimbang, lalu dianalisa. Kemudian dilakukan pembuatan aerogel dari *pulp* yang telah dianalisa. Langkah pertama adalah penambahan NaOH dan urea, diikuti dengan gelasi, *freeze drying*, dan tahap terakhir adalah karakterisasi hasil superabsorben. Adapun karakterisasi yang akan dilakukan dalam penelitian ini antara lain *Water Absorption Test*, *porosity and density test*.

III.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian sintesis superabsorben aerogel selulosa berbasis sabut kelapa, antara lain:

1. Sabut Kelapa dari kelapa yang sudah tua dan kering
Fungsi : sebagai sumber selulosa
Sumber : Kawasan Keputih
2. Urea
Fungsi : sebagai agen pembentukan aerogel
Sumber : Petrokimia Gresik
3. Natrium Hidroksida (NaOH)
Fungsi : sebagai agen delignifikasi dan pembentukan aerogel
Sumber : Merck
4. Etanol

- Fungsi : sebagai larutan yang membantu proses koagulasi
Sumber : Merck
5. Asam Sulfat (H_2SO_4)
Fungsi : sebagai bahan analisa Kappa Number
Sumber : Merck
6. Kalium Iodida (KI)
Fungsi : sebagai bahan analisa Kappa Number
Sumber : Merck
7. Natrium Tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)
Fungsi : sebagai bahan analisa Kappa Number
Sumber : Merck
8. Kalium Permanganat (KMnO_4)
Fungsi : sebagai bahan analisa Kappa Number
Sumber : Merck
9. Kalium Permanganat (KMnO_4)
Fungsi : sebagai bahan analisa Kappa Number
Sumber : Merck
10. Demineralized Water

III.3 Eksperimen

Penelitian ini akan diawali dengan eksperimen delignifikasi sabut kelapa untuk mengekstrak selulosa dari sabut kelapa. Sebelum itu, dilakukan terlebih dahulu tahapan mekanis yakni berupa penggilingan sabut kelapa dengan menggunakan mesin giling. Setelah diperoleh sabut kelapa, selanjutnya sabut kelapa memasuki tahapan delignifikasi. Delignifikasi dilakukan dengan melarutkan sabut kelapa ke dalam larutan NaOH 6% sebanyak 15mL setiap 1 gram selulosa dan selanjutnya dipanaskan dalam *muffle furnace* pada temperatur 160°C selama 4 jam (Paskawati dkk, 2011). Konsentrasi NaOH berbanding lurus dengan kadar lignin di dalam *pulp* hasil delignifikasi namun konsentrasi yang terlalu tinggi (di atas 15%) tidak hanya akan mendegradasi lignin tetapi juga selulosa, sehingga berakibat pada kadar selulosa yang terbentuk justru semakin rendah. Selain itu,

waktu pemanasan juga berpengaruh pada hasil delignifikasi, karena semakin lama pemanasan juga akan mengakibatkan degradasi selulosa berlebih. Pemanasan di dalam *muffle furnace* ini dilakukan dengan menggunakan reaktor hidrolisis berbahan *stainless steel* yang kedap udara sehingga akan tetap *safety* ketika dimungkinkan adanya tekanan tinggi sebagai akibat dari proses pemanasan. Berikut ini merupakan gambar dari reaktor yang dimaksudkan:

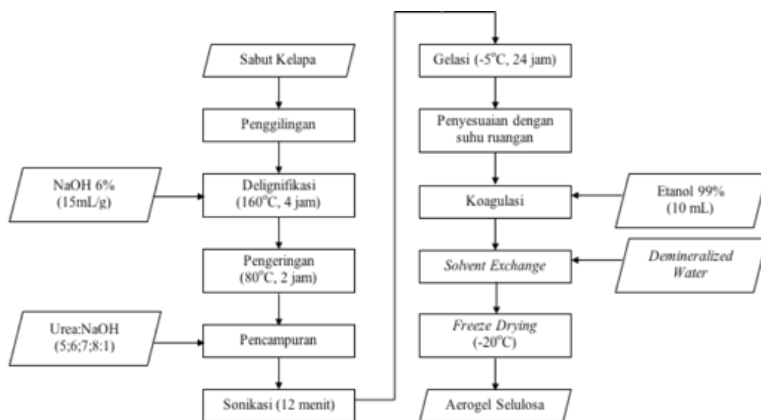


Gambar III.1 Reaktor Delignifikasi

Kemudian *pulp* dikeringkan dengan menggunakan *oven* pada temperatur 80°C selama 2 jam untuk menguapkan air yang terkandung di dalamnya. Setelah itu, *pulp* ditimbang untuk selanjutnya dilakukan analisa *Kappa Number* untuk mengetahui kadar lignin yang tersisa dalam *pulp*.

Analisa *Kappa Number* dilakukan dengan mengikuti Ethiopian Standard ES ISO 302:2012(E). *Kappa Number* merupakan volume KMnO_4 0,02 M yang terkonsumsi oleh 1 gram *pulp*. Adapun tahapan dalam analisa ini dimulai dengan mempersiapkan *pulp* kering dengan memanaskan dalam oven pada temperatur 105°C . Selanjutnya 25 mL KMnO_4 dicampurkan dengan 50 mL H_2SO_4 ke dalam beaker glass. Setelah larutan mencapai temperatur ruangan, *pulp* dicampurkan ke dalamnya

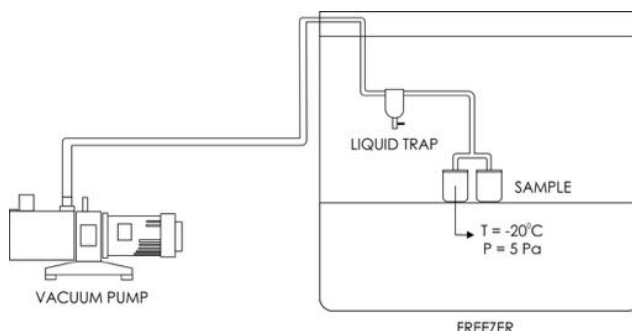
dan kemudian diaduk dengan penambahan distilled water sebanyak 35 mL. Pengadukan dilakukan selama 10 menit, dimana pada menit terakhir reaksi dihentikan dengan penambahan 10 mL larutan KI. Selanjutnya campuran yang terbentuk dititrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dan indikator amilum. Volume titrat yang diperlukan ini selanjutnya digunakan untuk perhitungan Kappa Number sesuai dengan ES ISO 302:2012(E).



Gambar III.2 Flow Diagram Sintesis Aerogel Selulosa

Setelah diperoleh *pulp* dengan kadar selulosa yang tinggi dan kadar lignin yang rendah, kemudian mencampurkan *pulp* dengan NaOH dan Urea dengan berbagai macam perbandingan. Kemudian dilakukan sonikasi selama kurang lebih 12 menit untuk mendapatkan campuran yang homogen antara *pulp*, NaOH, Urea, dan *demineralized water*. Selanjutnya, campuran didinginkan pada temperatur -5°C selama 24 jam sehingga membentuk gel. Gel yang terbentuk kemudian dibiarkan di udara terbuka hingga mencapai temperatur ruangan. Langkah berikutnya adalah perendaman gel dengan etanol 99% sebanyak 10 mL selama 24 jam untuk tahap koagulasi. Spesimen diletakkan di dalam *beaker glass* berukuran 50 mL sekaligus

sebagai cetakan untuk aerogel. Setelah tahap koagulasi, dilakukan *solvent exchange* dari etanol menjadi *demineralized water* sehingga seluruh etanol terlepas dari spesimen, proses perendaman ini dilakukan kurang lebih selama 48 jam. Sampel kemudian didinginkan pada temperatur -20°C selama 12 jam untuk selanjutnya dilakukan tahap pengeringan dengan metode *freeze drying* (Taufik dkk, 2016). Berikut ini merupakan skema alat *freeze dryer* yang digunakan dalam tahap pengeringan:



Gambar III.3 Skema Alat *Freeze Dryer*

III.4 Karakterisasi Produk

Superabsorben aerogel selulosa yang dihasilkan dari penelitian ini perlu dikarakterisasi untuk memastikan bahwa aerogel selulosa yang dihasilkan telah memenuhi kriteria superabsorben. Adapun beberapa karakterisasi yang dilakukan antara lain *Water Absorption Test*, *Density and Porosity Test*.

Berikut ini adalah penjelasan dari tiap uji karakteristik yang akan dilakukan pada eksperimen ini:

a. *Water Absorption Test*

Analisa ini digunakan untuk mengetahui kapasitas absorpsi sampel aerogel selulosa untuk menyerap air sesuai dengan ASTM D570-98 yang telah dimodifikasi. Sampel kering ditimbang dan direndam dalam 800 ml *demineralized water* selama 20 menit. Setelah proses perendaman, sampel basah diangkat dengan kecepatan 20 cm/menit dengan bantuan

controlized motor. Kelebihan air pada permukaan sampel dihilangkan dengan menggunakan kertas saring. Selanjutnya sampel yang basah ditimbang. Setelah ditimbang, sampel basah tersebut diperas kemudian ditimbang lagi.

b. *Density and Porosity Test*

Densitas aerogel selulosa diketahui dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Dimana m adalah massa sampe dalam gram dan V adalah volume sampel dalam cm^3 . Sedangkan porositas aerogel dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$P = \frac{V - m/\rho_c}{V}$$

Dimana ρ_c adalah *bulk density* selulosa, yakni sebesar $1,528 \text{ g cm}^{-3}$ (Wang dkk, 2014).

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

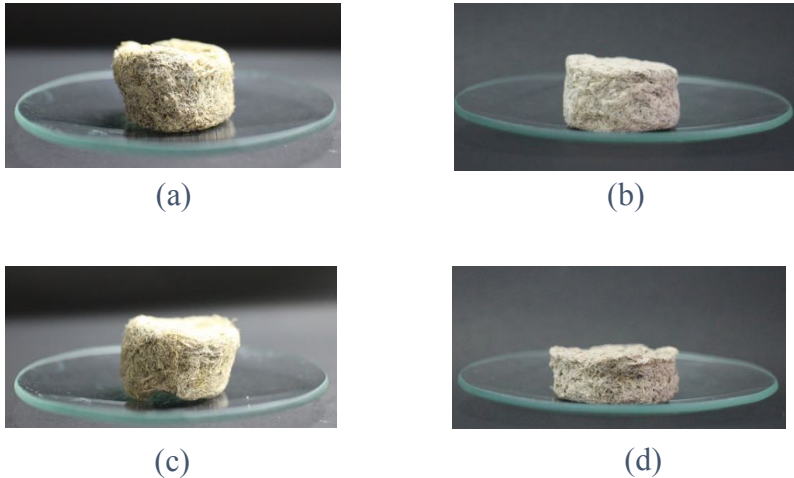
Serat selulosa yang digunakan pada penelitian ini berasal dari sabut kelapa yang telah melalui proses delignifikasi. Proses sintesis superabsorben aerogel selulosa berbasis sabut kelapa ini menggunakan larutan urea-NaOH. Langkah pertama adalah preparasi serat selulosa dari sabut kelapa dengan cara menggiling sabut kelapa. Kemudian dilanjutkan dengan menambahkan larutan NaOH 6% sebanyak 15 ml/g selulosa dan direaksikan pada suhu 165° C selama 4 jam untuk menghilangkan kandungan lignin. Kemudian melakukan sintesis superabsorben aerogel dengan menggunakan larutan urea-NaOH. Konsentrasi urea-NaOH yang digunakan pada penelitian ini divariasikan antara lain (Urea:NaOH = 5;6;7;8:1). Selanjutnya, dilakukan pengeringan dengan metode *freeze drying* agar struktur sampel tidak rusak. Pada proses ini, sampel dibekukan pada suhu -20° C, lalu tekanan sekitar diturunkan sehingga kandungan air yang membeku di dalam sampel mengalami sublimasi dari fasa padat menjadi gas. Keadaan ini akan menimbulkan gaya minimum pada dinding pori aerogel sehingga strukturnya tidak hancur. Dengan cara ini, dapat dihasilkan aerogel yang ringan dan memiliki banyak pori.

Superabsorben aerogel yang dihasilkan kemudian diteliti secara fisik, dihitung juga densitas dan porositasnya. Selain itu, dilakukan analisa kemampuan penyerapan airnya dengan *Water Absorption Test*.

IV.1 Kenampakan Fisik

Proses *freeze drying* menghasilkan superabsorben aerogel selulosa yang kering dan memiliki massa yang ringan yang memiliki banyak pori di dalamnya. Kenampakan fisik aerogel yang dihasilkan berbentuk silinder berwarna kecoklatan. Secara fisik, superabsorben aerogel selulosa dengan konsentrasi urea tertinggi (Urea:NaOH=8:1), memiliki struktur yang lebih kokoh daripada sampel dengan konsentrasi urea yang lebih rendah. Terlihat bahwa semakin tinggi kadar urea, semakin kokoh

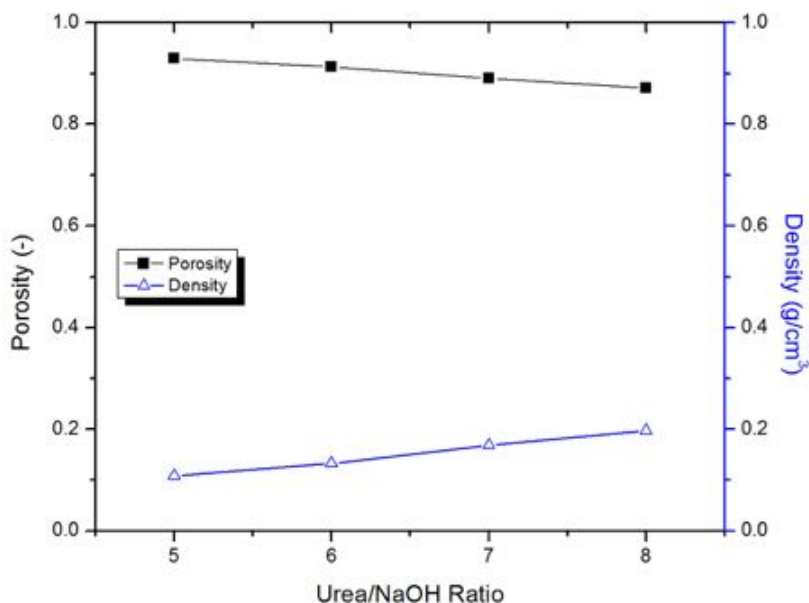
struktur aerogel selulosa yang didapatkan. Dapat dilihat pada gambar IV.1, pada sampel terbentuk jaringan serat-serat selulosa yang membentuk ikatan.



Gambar IV.1 Kenampakan Fisik Superabsorben Aerogel Selulosa dengan Konsentrasi NaOH – Urea : (a) 1:5; (b) 1:6; (c) 1:7; dan (d) 1:8

IV.2 Densitas dan Porositas

Densitas sampel didapatkan dengan mengetahui massa dan volume. Untuk mendapatkan massa aerogel, setiap sampel ditimbang menggunakan neraca analitik dan volume aerogel didapatkan melalui pengukuran dimensi. Dari densitas tersebut dapat diperoleh nilai porositas tiap sampel.



Gambar IV.2 Grafik Antara Konsentrasi NaOH:Urea dengan Densitas dan Porositas Sampel

Pada Gambar IV.2, dapat dilihat hubungan antara konsentrasi urea pada tiap sampel dengan densitas dan porositasnya. Terlihat bahwa nilai densitas semakin meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi urea. Nilai densitas yang didapatkan untuk superabsorben aerogel selulosa pada penelitian ini cukup kecil, yaitu antara $0,108 - 0,197 \text{ g/cm}^3$. Densitas tersebut membuktikan bahwa aerogel selulosa yang disintesis tersebut ringan. Massa yang ringan tersebut diperoleh karena banyaknya rongga atau pori di dalam aerogel selulosa.

Kemudian, dari densitas aerogel selulosa juga dapat dihitung porositas dari tiap sampelnya. Porositas adalah perbandingan nilai antara volume rongga terhadap volume

aerogel selulosa. Dapat disimpulkan bahwa nilai porositas cenderung menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi urea pada tiap sampel. Nilai porositas tertinggi yaitu sebesar 0,929 pada sampel 5:1, sedangkan yang terendah yaitu 0,871 pada sampel 8:1.

Penambahan urea akan membentuk hidrat di dalam larutan. Urea hidrat tersebut tidak berinteraksi secara langsung dengan selulosa dalam proses pelarutan. Adanya urea membantu NaOH hidrat menembus ke dalam daerah kristal selulosa dan menyebabkan peningkatan fraksi selulosa yang terlarut. Kondisi ini yang menyebabkan molekul selulosa dekat satu sama lain sehingga porositas yang dimiliki menjadi lebih kecil ketika dikeringkan (Anugrah dkk, 2015). Dengan nilai porositas antara 0,871 sampai 0,929 menunjukkan bahwa volume pori yang relatif besar dan hampir sama nilainya dengan volume aerogel selulosa.

Pada penelitian ini, porositas aerogel selulosa menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi urea pada tiap sampel. Hal ini dikarenakan pengaruh dari agen *cross-linker* yang digunakan yaitu larutan urea-NaOH, semakin tinggi konsentrasi urea, gelasi akan terjadi semakin cepat, dan hal ini menyebabkan nilai pori yang terbentuk semakin kecil (Qin dkk, 2013).

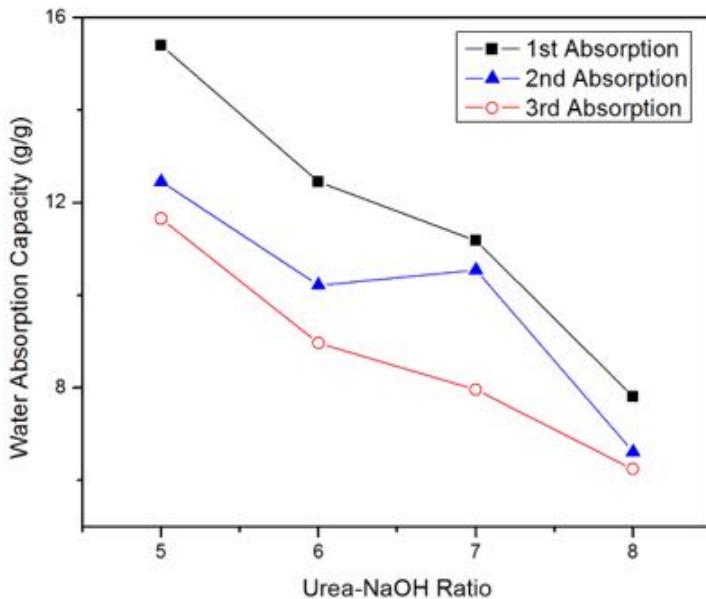
IV.3 Kemampuan Penyerapan Air dengan Metode *Water Absorption Test* (ASTM D570-98)

Untuk mengetahui kemampuan penyerapan air dari superabsorben aerogel selulosa maka dilakukan uji Penyerapan Air yang berdasar pada ASTM D570-98 yang dimodifikasi dimana uji absorpsi dilakukan sebanyak tiga kali untuk tiap sampel. Setiap aerogel selulosa ditimbang terlebih dahulu untuk mendapatkan massa awalnya. Selanjutnya, aerogel direndam di dalam *demineralized water* selama 20 menit. Aerogel yang telah terendam kemudian diangkat dengan bantuan *controlized motor* berkecepatan 20 cm/menit. Setelah itu, aerogel selulosa yang basah tersebut ditimbang kembali.

Tahap berikutnya, aerogel selulosa tersebut diperas perlahan sampai air tidak menetes lagi dari aerogel selulosa. Hal

ini bertujuan untuk mengetahui nilai air yang terbebas dari superabsorben aerogel. Prosedur tersebut diulang kembali sebanyak dua kali untuk tiap aerogel selulosa.

Pada tiap proses perendaman, aerogel selulosa sedikit mengembang tetapi tidak sebesar sebelum pemerasan. Hal ini menunjukkan bahwa aerogel selulosa yang telah diperas masih mampu menyerap air. Data yang didapat pada analisa ini adalah hubungan antara kapasitas penyerapan air (g air terserap/g aerogel selulosa kering) terhadap konsentrasi urea-NaOH pada tiap



sampel dalam bentuk grafik.

Gambar IV.3 Grafik Antara Konsentrasi Urea-NaOH dan Kapasitas Absorpsi

Dari gambar IV.3, nilai kapasitas absorpsi menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi urea. Perubahan yang signifikan terlihat pada sampel aerogel selulosa antara Urea:NaOH 8:1 dan 7:1. Pada absorpsi pertama, sampel aerogel selulosa dengan kandungan Urea 5:1 dapat menyerap air hingga 15,391 kali massa keringnya yang juga merupakan kapasitas absorpsi tertinggi.

Kemudian, hasil antara absorpsi kedua dan ketiga pada tiap sampel tidak terlalu jauh berbeda, dimana kapasitas absorpsi kedua sedikit lebih besar dari kapasitas absorpsi ketiga. Hal ini menunjukkan bahwa aerogel selulosa berbasis sabut kelapa memungkinkan untuk dapat digunakan kembali melalui proses pemerasan. Nilai maksimum untuk kapasitas absorpsi yang kedua dan ketiga adalah 12,447 dan 11,663.

Jika dibandingkan antara pengaruh konsentrasi urea terhadap porositas (Gambar IV.2) dan kapasitas absorpsi (Gambar IV.3) terlihat adanya kecenderungan yang sama yaitu nilai porositas dan kapasitas absorpsi menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi urea. Berdasarkan pada kesamaan tersebut, dapat disimpulkan bahwa kemampuan penyerapan air aerogel selulosa dipengaruhi oleh banyaknya volume rongga atau pori yang dimiliki oleh tiap sampel. Semakin besar porositas suatu aerogel selulosa, maka semakin meningkat nilai kemampuan penyerapan airnya. Dengan demikian, berkurangnya kemampuan penyerapan air pada absorpsi kedua dan ketiga kemungkinan dikarenakan adanya struktur pori yang rusak pada aerogel selulosa akibat proses pemerasan.

IV.4 *Kappa Number* Selulosa Sabut Kelapa

Setelah sabut kelapa melalui proses delignifikasi secara mekanis yaitu digiling dan diayak lalu dikeringkan, dilakukan analisa *Kappa Number* untuk mengetahui pengaruh delignifikasi terhadap kemurnian selulosa. Analisa ini mengacu pada *Ethiopian Standart* ES ISO 302:2012 dan dilakukan untuk mengetahui kadar lignin yang tersisa pada *pulp*.

Prinsip pada analisa ini adalah mengetahui jumlah potasium permanganat (KMnO_4) yang terkonsumsi oleh sampel. Kami menganalisa nilai *Kappa Number* pada sabut kelapa yang belum diayak dan pada selulosa hasil delignifikasi secara mekanis. Langkah pertama adalah mencampur 25 mL KMnO_4 dengan 50 mL H_2SO_4 ke dalam *beaker glass*. Setelah larutan mencapai suhu ruangan, *pulp* dicampurkan ke dalamnya lalu diaduk dengan menambahkan aquadest sebanyak 35 mL. Pengadukan dilakukan selama 10 menit dengan bantuan *magnetic stirrer*. Pada menit terakhir, reaksi dihentikan dengan menambahkan 10 mL larutan KI. Langkah selanjutnya adalah menambahkan indikator amilum dan melakukan titrasi pada campuran dengan menggunakan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Volume titrat yang dibutuhkan kemudian dicatat untuk perhitungan *Kappa Number* sesuai dengan ES ISO 302:2012.

Nilai *Kappa Number* untuk sabut kelapa dan selulosa yang kami analisa adalah sebagai berikut :

Sampel	<i>Kappa Number</i>
Sabut Kelapa	42,5
Selulosa <100 mesh	4,4
Selulosa >100 mesh	2,7

Tabel IV.1 Nilai *Kappa Number* pada Selulosa Hasil Delignifikasi Mekanis

Dari nilai *Kappa Number* yang didapat, sabut kelapa memiliki nilai *Kappa Number* sebesar 42,5 sementara setelah melalui proses delignifikasi, *Kappa Number* menurun hingga 4,4 untuk selulosa kurang dari 100 mesh dan 2,7 untuk selulosa lebih dari 100 mesh. Hal ini menunjukkan bahwa proses delignifikasi secara digiling dan diayak berjalan dengan efektif karena lignin yang tersisa hanya sedikit dan berarti kemurnian selulosa yang dihasilkan cukup tinggi.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

KESIMPULAN

V.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut ini :

1. Untuk mendapat kemurnian selulosa yang cukup tinggi, dapat dilakukan proses delignifikasi secara mekanis dengan cara digiling lalu diayak lalu dilanjutkan secara kimiawi dengan menambahkan larutan NaOH 6% dan direaksikan selama 4 jam pada suhu 160°C dan didapatkan selulosa dari sabut kelapa dengan nilai *Kappa Number* 4,4 untuk selulosa berukuran kurang dari 100 mesh, dan sebesar 2,7 untuk selulosa yang berukuran lebih dari 100 mesh.
2. Sintesis superabsorben aerogel selulosa berbasis sabut kelapa telah berhasil dilakukan.
3. Nilai konsentrasi urea yang ditambahkan pada proses sintesis superabsorben aerogel selulosa berbanding terbalik dengan nilai porositas dan kapasitas penyerapan air dari aerogel selulosa.

V.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, untuk penelitian sintesis superabsorben aerogel selulosa berbasis sabut kelapa selanjutnya perlu dilakukan pengembangan untuk ukuran bahan sabut kelapa dibagi menjadi beberapa *mesh*, seperti bahan sabut kelapa yang berukuran 50 *mesh*, 80 *mesh*, dan 150 *mesh*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar penyerapan yang dapat dihasilkan dan juga untuk mendapatkan bentuk superabsorben aerogel selulosa yang lebih baik.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- A. Demilecamps, C. Beauger, C. Hildenbrand, A. Rigacci, and T. Budtova, "Cellulose-silica aerogels," *Carbohydr. Polym.*, vol. 122, pp. 293–300, 2015.
- American Society for Testing and Material (ASTM), "Standard Test Method for Water Absorption", United States: ASTM International, D570 - 98.
- B. Anugerah dan S. Matahari, "Sintesis Superabsorben Aerogel Selulosa dari Kertas Bekas", Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2015.
- H. P. S. Abdul Khalil, Y. Davoudpour, M. N. Islam, A. Mustapha, K. Sudesh, R. Dungani, and M. Jawaid, "Production and modification of nanofibrillated cellulose using various mechanical processes: A review," *Carbohydr. Polym.*, vol. 99, pp. 649–665, 2014.
- I. S. Wardhani, "Distribution of Chemical Compounds of Coconut Wood (*Cocos nucifera* L.)", *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*, vol. 2, no.1, 2004.
- J. Lin, L. Yu, F. Tian, N. Zhao, X. Li, F. Bian, and J. Wang, "Cellulose nanofibrils aerogels generated from jute fibers," *Carbohydr. Polym.*, vol. 109, pp. 35–43, 2014.
- K. Taufik dan A.N. Afifah, "Pengaruh Penambahan Silika Terhadap Sifat Mekanis Aerogel Selulosa dari Kertas Bekas", Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2016.
- Kelapa Indonesia, "Industri Serta Sabut Kelapa", <https://kelapaindonesia2020.wordpress.com/produk-kelapa/serat-sabut-kelapa/>, Diakses pada 27 April 2016 pukul 23:21 WIB, 2010.
- L. Suhardiyono, "Tanaman Kelapa, Budidaya, dan Pemanfaatannya", Yogyakarta: Penerbit kanisius, 1998.
- M. Elliot, "Superabsorbent Polymers", *Product Development Scientist for SAP BASF Aktiengesellschaft*, 2013.
- M. Tanahashi, S. Takada, T. Aoki, T. Goto, T. Higuchi, and S.

- Hanai, "Characterization of Explosion Wood," *Wood Rest.*, vol. 66, pp. 36-51, 1982.
- N. M. Hamzah and S.D. Ehsan, "Delignification Pretreatment of Palm Press Fibres by Chemical Method," Volume 12 no. 3, pp. 399-403, 1989.
- R. Kumar, F. Hu, C.A. Hubbell, A.J. Ragauskas, and C.E. Wyman, "Comparison of Laboratory Delignification Methods, Their Selectivity, and Impacts On Physiochemical Characteristics of Cellulosic Biomass," *Bioresour. Technol.*, Vol. 130, pp. 372-381, 2013.
- R. Sescousse, R. Gavillon, and T. Budtova, "Aerocellulose from cellulose-ionic liquid solutions: Preparation, properties and comparison with cellulose-NaOH and cellulose-NMMO routes," *Carbohydr. Polym.*, vol. 83, no. 4, pp. 1766-1774, 2011.
- S. T. Nguyen, J. Feng, S. K. Ng, J. P. W. Wong, V. B. C. Tan, and H. M. Duong, "Advanced thermal insulation and absorption properties of recycled cellulose aerogels," *Colloids Surfaces A Physicochem. Eng. Asp.*, vol. 445, pp. 128-134, 2014.
- U. Tarmansyah, "Pemanfaatan Serat Rami untuk Pembuatan Selulosa", Puslitbang Indhan balitbang Dephan, <http://buletinlitbang.dephan.go.id/index/>, Diakses pada 24 Maret 2016 pukul 10:21 WIB, 2015.
- W. Zhang, Y. Zhang, C. Lu, and Y. Deng, "Aerogels from crosslinked cellulose nano/micro-fibrils and their fast shape recovery property in water," *J. Mater. Chem.*, vol. 22, no. 23, p. 11642, 2012.
- Wang, Peng, Zhong, Tan, Jing, Cao, Chen, Liu, and Sun, "An ultralight, elastic, cost-effective, and highly recyclable superabsorbent from microfibrillated cellulose fibers for oil spillage cleanup," *J. Mater. Chem. A*, vol. 3, no. 16, pp. 8772-8781, 2015.

- X. Qin, A. Lu, and L. Zhang, "Gelation Behavior of Cellulose in NaOH/urea Aqueous System Via Cross-linking," *Cellulose*, vol. 20, pp. 1669-1677, 2013.
- Y. A. Paskawati, Susyana, Antaresti, dan A.S. Retnoningtyas, "Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Bahan Baku Pembuatan Kertas Komposit Alternatif," *Jurnal Widya Teknik*, vol. 9, no. 1, pp. 12-21, 2011.
- Z. Wang, J. Li, J. P. Barford, K. Hellgradt, G. McKay, "A Comparison of Chemical Treatment Methods for The Preparation of Rice Husk Cellulosic Fibers," *International Journal of Environmental & Agriculture Research*, vol. 1, no. 1, 2016.

Halaman ini sengaja dikosongkan

APPENDIKS

Densitas

Massa jenis dari superabsorben aerogel selulosa diperoleh dari perbandingan antara massa kering aerogel terhadap volumenya. Massa aerogel didapat dengan menimbang sampel menggunakan neraca analitik, sementara volume aerogel didapat dari perhitungan dengan mengasumsikan bahwa aerogel memiliki bentuk silinder sempurna. Dengan demikian massa jenis dapat dihitung menggunakan persamaan (1) :

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (1)$$

dimana : ρ = Massa jenis kering aerogel selulosa

m = Massa kering aerogel selulosa

v = Volume kering aerogel selulosa

Porositas

Porositas adalah perbandingan antara volume rongga terhadap volume aerogel selulosa. Persamaan yang digunakan untuk menghitung porositas sampel pada penelitian ini adalah :

$$P = \frac{v - \left(\frac{m}{\rho_c}\right)}{v} \quad (2)$$

dimana : P = Porositas

ρ_c = massa jenis selulosa murni senilai 1,528

Water Absorption Test

Pada uji penyerapan air aerogel selulosa dengan konsentrasi urea:NaOH = 5:1, diperoleh data sebagai berikut:

<i>Perlakuan</i>	m_o (g)	m_{wi} (g)	m_{si} (g)
<i>Absorpsi Pertama</i>	0,69	11,31	4,51
<i>Absorpsi Kedua</i>		9,2787	5,703
<i>Absorpsi Ketiga</i>		8,7378	4,6077

dimana : m_o = massa kering aerogel selulosa (g)

m_w = massa basah aerogel selulosa (g)

m_s = massa aerogel selulosa basah setelah pemerasan (g)

A = kemampuan absorpsi (g liquid yang terserap/g aerogel selulosa kering)

Melalui *water absorpston test* dapat diperoleh nilai kapasitas penyerapan air yang merupakan perbandingan massa aerogel selulosa setelah direndam di dalam air terhadap massa kering aerogel selulosa. Nilai kapasitas penyerapan air tersebut (A) dapat dirumuskan dengan persamaan berikut :

$$A_i = \frac{m_{wi} - m_o}{m_o} \quad (3)$$

Perhitungan absorpsi pertama :

$$A_1 = \frac{11,31 - 0,69}{0,69} = 15,391$$

Perhitungan absorpsi kedua :

$$A_2 = \frac{9,2787 - 0,69}{0,69} = 12,447$$

Perhitungan absorpsi ketiga :

$$A_3 = \frac{8,7378 - 0,69}{0,69} = 11,663$$

Halaman ini sengaja dikosongkan

BIOGRAFI PENULIS



Beta Yogaswara Gustinenda dilahirkan di Banyuwangi, 24 April 1994. Penulis merupakan anak kedua dari pasangan Bapak Ganef Eko Budi Waluyo dan Ibu Elyna Trianggarini. Penulis memiliki hobi sepakbola dan voli.

Penulis menempuh pendidikan formal sejak tahun 2000 di SD Negeri IV Pengajuran Banyuwangi dan tahun 2006 di SMP Negeri 1 Banyuwangi. Setelah lulus dari SMA Negeri 3 Malang penulis melanjutkan studi ke jenjang Sarjana di Departemen Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya pada tahun 2012. Penulis melakukan kerja praktek di PT. Petrokimia Gresik..

Penulis melakukan risetnya di Laboratorium Elektrokimia dan Korosi, Departemen Teknik Kimia ITS. Penulis dapat dihubungi melalui email di gbetayogaswara@gmail.com

BIOGRAFI PENULIS



Kautsar Cakrawala Margo dilahirkan di Louisiana, 23 Oktober 1993. Penulis merupakan anak sulung dari pasangan Bapak Tony Margo dan Ibu Ella Justicia. Penulis memiliki hobi membaca dan menonton.

Penulis menempuh pendidikan formal sejak tahun 2000 di SD Islam Al-Azhar 13 Rawamangun dan tahun 2006 di SMP Islam Al-Azhar 12 Rawamangun. Setelah lulus dari SMA Negeri 8 Jakarta penulis melanjutkan studi ke jenjang Sarjana di Departemen Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya pada tahun 2012. Penulis melakukan kerja praktek di PT. Pertamina Hulu Energi West Madura Offshore.

Penulis melakukan risetnya di Laboratorium Elektrokimia dan Korosi, Departemen Teknik Kimia ITS. Penulis dapat dihubungi melalui email di kautsar.cakrawala@gmail.com.